

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

BE

(11)Publication number : 06-039568

(43)Date of publication of application : 15.02.1994

(51)Int.Cl.

B23K 26/00

B23K 26/14

C03B 33/08

(21)Application number : 04-201520

(71)Applicant : HITACHI CABLE LTD

(22)Date of filing : 28.07.1992

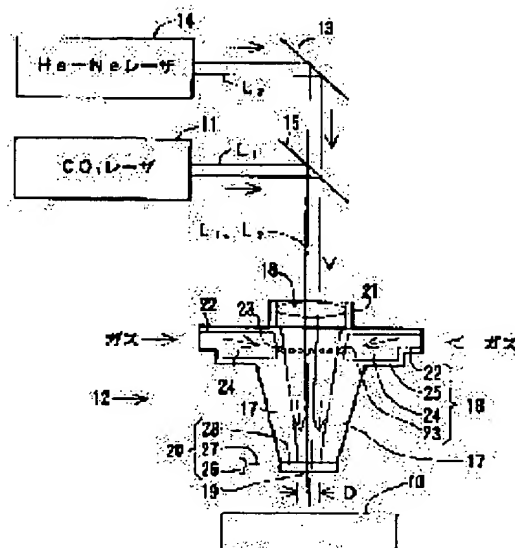
(72)Inventor : IMOTO KATSUYUKI

(54) METHOD AND DEVICE FOR MACHINING GLASS

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a mirror condition with excellent perpendicularity in a short time without polluting or damaging the glass material.

CONSTITUTION: In a glass machining method where the laser beam L1 of CO2 laser or the like is converged by using a converging lens 16, and a glass material 10 is irradiated with the converged laser beam L1 to machine the glass material, the converged laser beam L1 is passed through a cylindrical member 17, and the glass material 10 is irradiated with the converged laser beam, the gas is fed to the cylindrical member 17, and the gas is set to flow along the outer circumference of the laser beam L1, and the inner diameter D of the exit 19 of the cylindrical member 17 is set to 5-10 times the spot diameter of the laser beam L1.



Best Available Copy

BE

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-39568

(43)公開日 平成6年(1994)2月15日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 26/00	G	7425-4E		
26/14	A	7425-4E		
C 0 3 B 33/08		9041-4G		

審査請求 未請求 請求項の数8(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-201520

(22)出願日 平成4年(1992)7月28日

(71)出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72)発明者 井本 克之

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線

株式会社アドバンスリサーチセンタ内

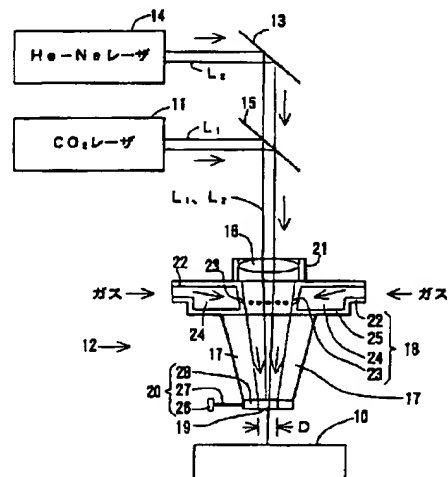
(74)代理人 弁理士 絹谷 信雄

(54)【発明の名称】 ガラス加工方法及びその装置

(57)【要約】

【目的】 ガラス材料を汚染したり、ダメージを与えたりすることなく、短時間で垂直性良く鏡面状態が得られるガラス加工方法及びその装置を提供することにある。

【構成】 炭酸ガスレーザー等のレーザービーム L_1 を集光レンズ16を用いて集光し、集光したレーザービーム L_1 をガラス材料10に照射してガラス材料10を加工するガラス加工方法において、集光したレーザービーム L_1 を、筒状部材17内を通過させてガラス材料10に照射し、筒状部材17にガスを供給すると共にそのガスをレーザービーム L_1 の外周に沿って流し、筒状部材17の出口19の内径 D を、レーザービーム L_1 のスポット径の5倍から100倍に設定したことを特徴としている。



11 炭酸ガスレーザー
13 反射ミラー
15 ハーフミラー
17 筒状部材
19 出口
21 レンズホルダ
23 噴出口
25 環状ブロック
27 回転軸

12 加工ヘッド
14 He-Neレーザー
16 集光レンズ
18 ガス導入手段
20 内径調整手段
22 ガス導入管
24 ガス室
25 つまみ
28 光検知器機構

【特許請求の範囲】

【請求項1】 炭酸ガスレーザ等のレーザビームを集光レンズを用いて集光し、集光したレーザビームをガラス材料に照射して該ガラス材料を加工するガラス加工方法において、前記集光したレーザビームを、筒状部材内を通過させてガラス材料に照射し、該筒状部材にガスを供給すると共にそのガスをレーザビームの外周に沿って流し、筒状部材の出口の内径を、レーザビームのスポット径の5倍から100倍に設定したことを特徴とするガラス加工方法。

【請求項2】 前記筒状部材の出口付近の内径をビームの伝搬方向に沿って先細りにしたことを特徴とする請求項1に記載のガラス加工方法。

【請求項3】 前記ガスを、前記筒状部材の内周よりビーム伝搬方向に沿って流したことを特徴とする請求項1に記載のガラス加工方法。

【請求項4】 前記ガスの流量が大きいきときには前記筒状部材の出口内径が大きく、前記ガスの流量が小さいときには前記筒状部材の出口内径が小さくなるように調節したことを特徴とする請求項1に記載のガラス加工方法。

【請求項5】 前記ガラス材料に、板状、棒状、管状のいずれかを用いたことを特徴とする請求項1に記載のガラス加工方法。

【請求項6】 前記ガラス材料の加工は、切断、溝切り、穴あけ及びガラス材料同志の溶着に適用することを特徴とする請求項1に記載のガラス加工方法。

【請求項7】 炭酸ガスレーザ等のレーザと、該レーザの出射側に設けられレーザビームを集光する集光レンズと、該集光レンズの出射側に設けられ集光したレーザビームを覆う筒状部材と、前記集光したレーザビームの外周に沿って前記筒状部材内にガスを流すガス導入手段と、前記筒状部材の出射側に設けられ出口の内径を調節する内径調節手段とを備えたことを特徴とするガラス加工装置。

【請求項8】 前記筒状部材が前記レーザビームの伝搬方向に沿って先細り状に形成され、前記レーザビームの集光位置が前記筒状部材の出口の前方になるように形成したことを特徴とする請求項6に記載のガラス加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、炭酸ガスレーザ等のレーザビームを集光レンズを用いて集光し、集光したレーザビームをガラス材料に照射してガラス材料を加工するガラス加工方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 光導波路の実用化において、光ファイバを始めとする光学系と光導波路との接続が重要な開発課題となってきた。この接続を低損失で実現するために

は、光導波路等のガラス材料の端面を鏡面状態にしておくと共に、垂直性良く研磨しておくことが必要である。

【0003】 光導波路を垂直性良く、かつ鏡面状態に仕上げる方法として図22の方法が用いられている。

【0004】 図22は従来のガラス材料の切断、研磨方法を示す説明図である。

【0005】 まず同図(a)に示すようにガラス材料としての光導波路1をA-A線、B-B線に沿って図示しないダイシング装置により(紙面に垂直な方向に)切断する。次に同図(b)に示すように、切断したA-A線及びB-B線の端面を、図示しない研磨装置を用いて長時間(10時間以上)に亘って研磨することにより鏡面状態に仕上げる方法である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述した従来の光導波路の切断、研磨方法には次のような問題点がある。

【0007】 (1) 光導波路の切断に際しては、水を切断部分に吹き付けながら行うので、光導波路を汚染しやすい。また切断時に光導波路を誤って破損したり、機械的なダメージを与えたり、光導波路の端面に欠けが生じたりすることがある。さらに多量の水を使用するので、コストが高くなる。

【0008】 (2) 光導波路の研磨に際しては、長時間に亘って研磨材を用いるので、生産性が悪く、コストが高くなり、研磨材により光導波路を汚染してしまう。

【0009】 (3) 光導波路を垂直性良く、しかも鏡面状態に仕上げると歩留まりが低下し、切断や研磨に失敗した場合には、また10時間以上もかけて研磨しなければならず大量生産するのは困難である。

【0010】 (4) ダイシング装置に用いるダイシング用治具、研磨装置に用いる研磨用治具は極めて高価であり、結果的に加工費が高くなってしまふ。

【0011】 (5) 光導波路の断面積が非常に小さくなった場合には、上述した従来の方法では困難となってしまう。

【0012】 そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、ガラス材料を汚染したり、ダメージを与えたりすることなく、短時間で垂直性良く鏡面状態が得られるガラス加工方法及びその装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために本発明は、炭酸ガスレーザ等のレーザビームを集光レンズを用いて集光し、集光したレーザビームをガラス材料に照射してガラス材料を加工するガラス加工方法において、集光したレーザビームを、筒状部材内を通過させてガラス材料に照射し、筒状部材にガスを供給すると共にそのガスをレーザビームの外周に沿って流し、筒状部材の出口の内径を、レーザビームのスポット径の5倍から100倍に設定したものである。

【0014】また、本発明は、炭酸ガスレーザ等のレーザと、レーザの出射側に設けられレーザビームを集光する集光レンズと、集光レンズの出射側に設けられ集光したレーザビームを覆う筒状部材と、集光したレーザビームの外周に沿って筒状部材内にガスを流すガス導入手段と、筒状部材の出射側に設けられ出口の内径を調節する内径調節手段とを備えたものである。

【0015】

【作用】上記構成によれば、ガラス材料の加工前は筒状部材内を経てガラス材料上にガスが吹き付けられるので、レーザビームが照射される部分のガラス材料の汚染が防止される。また、ガラス材料の加工中はレーザビームの外周に沿ってガスが吹き付けられるのでレーザビーム照射によって揮発したガラス材料の微粉末がガスにより吹き飛ばされ、ガラス材料への付着が防止される。さらに、レーザビームの外周に沿ってガスを一様に吹き付けることにより、ビームスポット径内の光パワー分布を対称性良く保持することができ、均一な加工を行うことができる。炭酸ガスレーザ等のレーザビームは、ガラス材料に良く吸収されるので、ガラス材料を短時間で鏡面状態に加工することができる。レーザビームを筒状部材内に伝搬させることにより外部の擾乱を抑圧することができる。しかも、筒状部材の出口の内径をレーザビームのスポット径の5倍から100倍の範囲に先細りさせることにより、ガスの線速度が向上しガスシール性が向上する。

【0016】

【実施例】以下、本発明の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

【0017】図1は本発明のガラス加工方法を適用したガラス加工装置の一実施例の概略図である。

【0018】同図においてガラス加工装置は、ガラス材料10を加工するためのレーザビーム L_1 を出射するCO₂レーザ（以下炭酸ガスレーザという）11と、この炭酸ガスレーザ11の出射側に設けられ炭酸ガスレーザビーム L_1 を加工ヘッド12側（図の下側）へ反射する反射ミラー13と、ガラス材料10上の照射位置を操作者が目視で確認するためのレーザビーム L_2 を出射するHe-Neレーザ14と、このHe-Neレーザ14の出射側かつ炭酸ガスレーザビーム L_1 の反射光路上に配置され、炭酸ガスレーザビーム L_1 を透過すると共に、He-Neレーザビーム L_2 の光軸が炭酸ガスレーザビーム L_1 の光軸と同軸になるように加工ヘッド12側へ反射するハーフミラー15と、ガラス材料10に炭酸ガスレーザビーム L_1 を照射して加工するための加工ヘッド12とを備えている。

【0019】この加工ヘッド12は、炭酸ガスレーザビーム L_1 の反射光路上に設けられ炭酸ガスレーザビーム L_1 及びHe-Neレーザビーム L_2 を集光する集光レンズ16と、この集光レンズ16の出射側に設けられ集

光した両レーザビーム L_1 、 L_2 を覆うことにより、外部の擾乱によるレーザビーム L_1 、 L_2 の変動を抑圧するための筒状部材17と、集光した両レーザビーム L_1 、 L_2 の外周に沿って筒状部材17内にガスを流すことによりレーザビーム L_1 、 L_2 を保護し、レーザビーム径内の光パワー分布の対称性を保持すると共にクリーンな雰囲気に保持するためのガス導入手段18と、筒状部材17の出射側に設けられ出口19の内径Dを調節することによりガスの噴出量を調整してレーザビーム L_1 、 L_2 の安定化を図るための内径調節手段20とを有している。

【0020】炭酸ガスレーザ11の光パワー及びビームスポット径はガラス材料10の種類、厚さ等を変えることによって調節することができる。すなわち、軟化点温度の低いガラス材料、厚さの薄いガラス材料については光パワーを弱くし、その逆については光パワーを強くすればよい。ビームスポット径についてはできるだけ小さい方が鏡面状態を実現しやすく、かつ高寸法精度に切断することができる。

【0021】集光レンズ16は、その光軸が両レーザビーム L_1 、 L_2 の光軸と同軸になるようにレンズホルダ21に収容されており、その材質には例えばZnSeが用いられる。

【0022】ガス導入手段18は、レンズホルダ21の出射側（図の下側）に設けられ、外部からガスを導入するための2本のガス導入管22と、両ガス導入管22に連通し外部からのガスを、筒状部材17内に噴出するための複数の噴出口23が内側に設けられガス室24を形成する環状ブロック25とを有している。環状ブロック25の内側の内壁は、その内径がレーザビーム L_1 、 L_2 の出射方向につれて小さくなっている。各噴出口23は環状ブロック25の周方向に形成されており、各噴出口23の中心軸は筒状部材17の内径方向かつ出口側（図の下側）を向くように斜めに形成されている。これにより、ガス導入管22から導入されたガスをガス室24を経て噴出口23から炭酸ガスレーザビームの外周に沿って流すことができる。

【0023】筒状部材17は、ガス導入手段18の出射側（図の下側）に設けられ、その内径がレーザビーム L_1 、 L_2 の出射方向につれて小さくなる先細り形状を有しており、筒状部材17の中心軸がレーザビーム L_1 、 L_2 の光軸と同軸のテーパ状の円筒であると共に、その内部をレーザビーム L_1 、 L_2 が通過すると共にガスが滑らかに流れるようになっている。尚、筒状部材17の内壁は図では直線状になっているが、これに限定されず、ガスがレーザビーム L_1 、 L_2 の周囲に沿って流れると共に、レーザビーム L_1 、 L_2 の進行を妨げないのであれば曲線状に湾曲していてもよい。さらにはストレートの管でもよい。

【0024】ガスには、空気、Ar、N₂、O₂及びH

10

20

30

40

50

e等のいずれかが用いられる。

【0025】内径調節手段20は、筒状部材17の出射側（図の下側）に設けられ、つまみ26と、つまみ26に回転軸27を介して接続された光採絞り（開口絞り）機構28とからなり、つまみ26の回転角度に応じてその出口（開口）19の径Dが変化するようにになっている。ガスの流量をFとし、その内径をDとすると、流量Fが大ききときは内径Dも大きくなり、逆に流量Fが小さいときは内径Dも小さくなるように設定される。内径Dはビームスポット径の5倍から100倍に選択される。例えば、ビームスポット径が100 μ mの場合、Dは0.5mmから10mmの範囲から選択される。尚、ガスの流量Fは1リットル/分から15リットル/分の範囲が好ましい。

【0026】He-Neレーザ14は、加工すべきガラス材料10への炭酸ガスレーザビームL₁の照射位置（加工位置）が明確に目視できるようにするために用いられる。すなわち、He-NeレーザビームL₁がガラス材料10の加工位置を照射するようにガラス材料10の位置を調整するために用いられる。ガラス材料10の加工位置の調整が終了した後、炭酸ガスレーザビームL₁をHe-NeレーザビームL₂に重畳させるか、あるいはHe-Neレーザ14をオフにした後で炭酸ガスレーザ11をオンにしてガラス材料10を加工することができる。

【0027】次に実施例の作用を述べる。

【0028】ガス導入管22にガスを流すと、ガスは、ガス室24、噴出口23及び筒状部材17内を矢印方向に進み、レーザビームL₁、L₂の外周に沿って流れて出口からガラス材料上に吹き出す。

【0029】すなわちガラス材料10の加工前には、ガラス材料10上の炭酸ガスレーザビームが照射される部分に吹き付けられるので、ガラス材料10の汚染が防止される。ガラス材料10の加工中は炭酸ガスレーザビームL₁の照射によって揮発したガラス材料10の微粉末がこのガスにより吹き飛ばされるので、ガラス材料10への付着が防止される。さらに、レーザビームL₁、L₂の外周に沿ってガスを一様に吹き付けることにより、ビームスポット径内の光パワー分布を対称性良く保持することができる。ガラス材料10の均一な加工を行うことができる。炭酸ガスレーザ等のレーザビームは、ガラス材料10に良く吸収されるので、ガラス材料10を短時間で鏡面状態に加工することができる。レーザビームL₁、L₂を筒状部材17内に伝搬させることにより外部の擾乱を抑圧することができる。しかも、筒状部材17の出口19の内径DをレーザビームL₁、L₂のスポット径の5倍から100倍の範囲に先細りさせることにより、ガスの線速度が向上し、ガスシール性が向上する。

【0030】ここで、具体的な数値等を挙げて本発明のガラス加工装置による加工例を説明するが、この数値に

より限定されるものではない。

【0031】図2は、石英ガラス基板を図1に示したガラス加工装置を用いて切断したものの外観斜視図の一部である。

【0032】これは炭酸ガスレーザビームL₁（図1参照）を厚さ約1mmの石英ガラス基板30に照射すると共に、この炭酸ガスレーザビームL₁が、図3（a）に示したC-C線に沿って移動するように石英基板30を一定速度で移動させ、図3（b）に示した石英ガラス基板30aを得るものである。尚、図3（a）は図1に示した装置により切断される前の石英ガラス基板の平面図、図3（b）は図1に示した装置により切断された後の石英ガラス基板の平面図を示す。

【0033】図4は図2に示した石英ガラス基板の表面エッジ部P₁を示す図であり、図5は図2に示した石英ガラス基板の裏面エッジ部P₂を示す図であり、図6は図2に示した石英ガラス基板の端面部P₃を示す図である。図4～図6より石英ガラス基板30aの端面には欠けやチッピング等が全く生じておらず、極めて正確に加工されているのがわかる。また端面部も研磨した場合より正確に鏡面加工されている。尚、これは、炭酸ガスレーザビームL₁の光パワーが約70W、ビームスポット径が約100 μ m、石英基板30の移動速度が約1mm/秒、筒状部材17の出口口径Dが約8mm、ガスが空気、ガス圧が約1.5Kg/cm²、ガス流量が約0.5リットル/分として石英ガラス基板30を加工した結果である。

【0034】このように本願の加工方法を用いれば石英ガラス基板の切断と研磨とを同時に行うことができる。しかも極めて短時間で加工することができ、かつ機械的破損及びダメージを全く受けることがない。また、クリーンな雰囲気中で加工できるので、光損失となる不純物の付着や汚染等がない。さらにガラス基板の端面を垂直性良く加工することができる。

【0035】図7は石英ガラス基板40の上にSiO₂-TiO₂ガラス膜41を形成したものを、図1に示したガラス加工装置を用いて切断した場合の外観斜視図の一部である。

【0036】図8は図7に示した基板の表面エッジ部P₄を示す図、図9は図7に示した基板の裏面エッジ部P₅を示す図である。

【0037】図7において、石英基板40の厚さは約1mm、SiO₂-TiO₂ガラス膜41の厚さは約10 μ mであり、このガラス膜41は電子ビーム蒸着法で形成されている。尚、炭酸ガスレーザビームはガラス膜41の表面から照射した。TiO₂はSiO₂中に約0.5重量%添加されている。この場合も図4の場合と同じように非常に垂直性良く、かつ、鏡面状態の端面を得ることができた。また端面の欠けやチッピングも全くなかった。

【0038】本願のガラス加工装置によるガラス材料は、ガラス平板に限定されるものではなく、図10

(a)及び図10(b)に示すようなガラス棒(あるいはガラス管)をD-D線に沿って切断する場合、図11に示すような三角錐状のガラスプリズムをE-E線に沿って切断する場合、図12に示すようなガラスが平坦でなく湾曲した板状レンズをF-F線及びG-G線に沿って切断する場合、図13に示すような波状ガラス板をH-H線及びI-I線に沿って切断する場合等にも容易に適用できる。尚、図10(a)はガラス棒の側面図、図10(b)はガラス棒の断面図、図11はガラスプリズムの外観斜視図、図12は板状レンズの断面図、図13は波状ガラス板の断面図をそれぞれ示す。

【0039】次に本実施例の効果を確認するための実験結果を示す。

【0040】図14は図1に示したガラス加工装置の筒状部材17の出口の口径Dを約20mmとし、レーザービームスポット径(約0.1mm)の200倍に設定した場合における炭酸ガスレーザービームの照射結果を示す図である。同図に示すように出口口径Dが大きくなるとエッジ部に凹凸が生じる。これはレーザービームの外周を覆っているガスが発散してしまい、外部の擾乱によって乱されたためと考えられる。

【0041】図15は図1に示したガラス加工装置の筒状部材内に流すガスを故意に乱した場合における炭酸ガスレーザービームの照射結果を示す図である。同図に示すようにエッジ部には極端な凹凸が発生することがわかった。

【0042】図16は図1に示したガラス加工装置の筒状部材内にガスを流さず、かつ、筒状部材の出口口径Dを約8mmに絞った場合における炭酸ガスレーザービームの照射結果を示す図である。同図に示すように揮発したガラス微粉末が切断部に付着し、エッジ部が垂直性良く、かつ鏡面状態に加工できないことがわかった。

【0043】図14から図16まで示した実験結果はガラス部材の切断加工についてのみ示したが、穴あけ加工、スリット形成についても適用することができる。

【0044】図17は図1に示したガラス加工装置を用いてガラス基板に溝を形成した場合の外観斜視図の一部である。同図よりガラス基板50に形成された溝51の幅が深さ方向(下方向)につれて狭くなっているのがわかる。これは炭酸ガスレーザービームの形状が先細りしているためである。

【0045】図18は図17に示したガラス基板の表面の図を示しており、幅W₁の溝上部のエッジ部が示されている。図19は図17に示したガラス基板の裏面の図を示しており、幅W₂の溝下部のエッジ部が示されている。図20は図17に示したガラス基板の溝先端部の裏面の図を示している。これらの図より溝51のエッジ部には凹凸がほとんど発生していないのがわかる。

【0046】図21は本発明のガラス加工装置に用いられる加工ヘッドの他の実施例の断面図である。

【0047】図1に示したガラス加工装置に用いられる加工ヘッド12との相違点は、噴出口が筒状部材の周方向だけでなく伝搬方向にも形成されている点である。

【0048】図21に示すように、加工ヘッド60は、炭酸ガスレーザー11及びHe-Neレーザー14の出射側に設けられ炭酸ガスレーザービームL₁及びHe-NeレーザービームL₂(図1参照)を集光する集光レンズ61と、集光レンズ61の出射側に設けられ集光したレーザービームL₁、L₂を覆うと共に、径方向及びレーザービームL₁、L₂の伝搬方向に複数の噴出口62が形成された先細り構造の筒状部材63と、この筒状部材63を覆うように設けられ筒状部材63の周囲にガス室64を形成する他の筒状部材65と、このガス室64に連通し、集光したレーザービームL₁、L₂の外周に沿って筒状部材63内にガスを流すためのガス導入管66と、筒状部材63の出射側に設けられ出口67の内径を調節する内径調節手段68とを備えている。尚、ガス導入管66、噴出口67、筒状部材63及び他の筒状部材65でガス導入手段を形成している。この加工ヘッド60は図1に示したガラス加工装置の加工ヘッド12と同様に使用することができる。

【0049】この加工ヘッド60のガス導入管66にガスを導入すると、ガスは図中矢印の方向に進み、炭酸ガスレーザービームL₁をガラス材料に照射して加工することができる。すなわち炭酸ガスレーザー及びHe-Neレーザービームの周囲に沿って一様にガスが流れ、ガラス材料を汚染したり、ダメージを与えたりすることなく、短時間で垂直性良く鏡面状態が得られる。

【0050】このように本実施例によれば、集光したレーザービームを、筒状部材内を通過させてガラス材料に照射し、筒状部材にガスを供給すると共にそのガスをレーザービームの外周に沿って流し、筒状部材の出口の内径を、レーザービームのスポット径の5倍から100倍に設定したので、ガラス材料を汚染したり、ダメージを与えたりすることなく、短時間で垂直性良く鏡面状態が得られるガラス加工方法及びその装置を提供することができる。

【0051】尚、本実施例では加工用のレーザーに炭酸ガスレーザーを用いたが、これに限定されず、YAGレーザーやArレーザー等を用いてもよい。炭酸ガスレーザーの照射位置確認用にHe-Neレーザーを用いたが、これに限定されるものではなく、例えば外部から可視光をガラス材料上の炭酸ガスレーザーの照射位置に照射するようにしてもよい。

【0052】

【発明の効果】以上要するに本発明によれば、次のような優れた効果を発揮する。

【0053】(1) ガラス材料を加工する前及び加工中に

ガスを吹き付けるので、クリーンな雰囲気を得られ、炭酸ガス照射によって揮発したガラスの微粉末を吹き飛ばすので光導波路を汚染することがない。

【0054】(2) 炭酸ガスレーザビームの外周に沿ってガスを一様に吹き付けるので、ビームスポット径内の光パワー分布を対称性良く保持することができ、均一な加工ができる。

【0055】(3) 炭酸ガスレーザビームは、ガラス材料からなる光導波路によく吸収されるので、短時間(数秒〜数十秒)で加工することができ、加工面を鏡面状態に

【0056】(4) 炭酸ガスレーザビームを筒状部材内に伝搬させることによって外部の擾乱を抑圧することができる。

【0057】(5) 筒状部材の出口内径をビームスポット径の10倍から100倍の範囲に先細りさせることにより、外部の擾乱の影響を抑圧し、かつガスの線速度を向上させることにより、ガスシール効果が得られ、ビームスポット径内のパワー分布の対称性を保持することができる。

【0058】(6) ガラス材料の切断と研磨とを同時に行うことができ、その切断面は垂直性良く、かつ鏡面状態にすることができる。

【0059】(7) ガラス材料の端面の欠けや機械的ダメージによる破損がない。

【0060】(8) 任意の形状のガラス材料を切断加工することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のガラス加工方法を適用したガラス加工装置の一実施例の概略図である。

【図2】石英ガラス基板を図1に示したガラス加工装置を用いて切断したものの外観斜視図の一部である。

【図3】(a)は図1に示した装置により切断される前の石英ガラス基板の平面図、(b)は図1に示した装置により切断された後の石英ガラス基板の平面図を示す。

【図4】石英ガラス基板の表面エッジ部P₁を示す図である。

【図5】石英ガラス基板の裏面エッジ部P₂を示す図である。

【図6】石英ガラス基板の端面部P₃を示す斜視図である。

【図7】石英ガラス基板の上にSiO₂-TiO₂ガラス膜を形成したものを、図1に示したガラス加工装置を用いて切断した場合の外観斜視図の一部である。

【図8】基板の表面エッジ部P₁を示す図である。

【図9】基板の裏面エッジ部P₂を示す図である。

【図10】図1に示したガラス加工装置によって切断、

研磨可能な(a)はガラス棒の側面図、(b)はガラス棒の断面図である。

【図11】図1に示したガラス加工装置によって切断、研磨可能なガラスプリズムの外観斜視図である。

【図12】図1に示したガラス加工装置によって切断、研磨可能な板状レンズの断面図である。

【図13】図1に示したガラス加工装置によって切断、研磨可能な波状ガラス板の断面図をそれぞれ示す。

【図14】筒状部材の出口口径Dを約20mmとし、レーザビームスポット径の200倍に設定した場合における炭酸ガスレーザビームの照射結果を示すガラス基板の斜視図である。

【図15】図1に示したガラス加工装置の筒状部材内に流すガスを故意に乱した場合における炭酸ガスレーザビームの照射結果を示すガラス基板の図である。

【図16】図1に示したガラス加工装置の筒状部材内にガスを流さず、かつ、筒状部材の出口口径Dを約8mmに絞った場合における炭酸ガスレーザビームの照射結果を示す図である。

【図17】図1に示したガラス加工装置を用いてガラス基板に溝を形成した場合の外観斜視図の一部である。

【図18】石英ガラス基板の表面の図を示している。

【図19】基板の裏面の図を示している。

【図20】基板の溝先端部の裏面の図を示している。

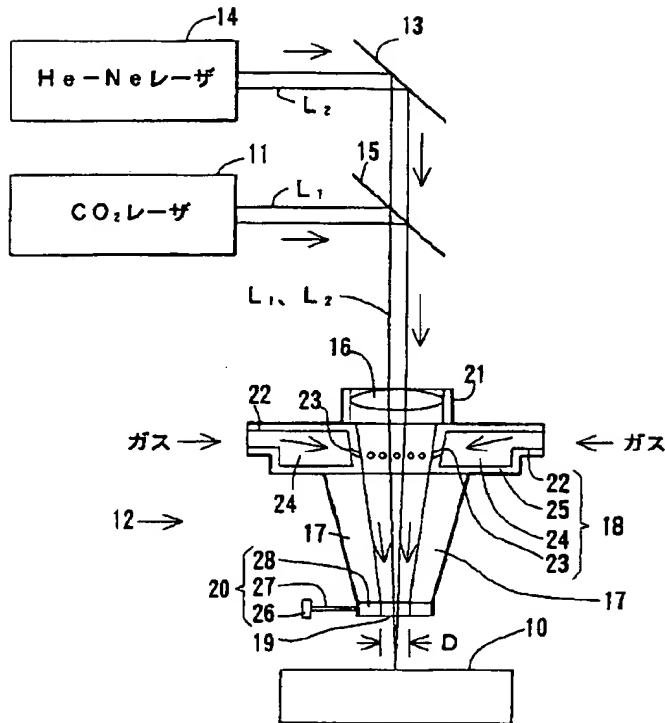
【図21】本発明のガラス加工装置に用いられる加工ヘッドの他の実施例の断面図である。

【図22】従来の石英ガラス材料の切断、研磨方法を示す説明図である。

【符号の説明】

- 11 炭酸ガスレーザ
- 12 加工ヘッド
- 13 反射ミラー
- 14 He-Neレーザ
- 15 ハーフミラー
- 16 集光レンズ
- 17 筒状部材
- 18 ガス導入手段
- 19 出口
- 20 内径調節手段
- 21 レンズホルダ
- 22 ガス導入管
- 23 噴出口
- 24 ガス室
- 25 環状ブロック
- 26 つまみ
- 27 回転軸
- 28 光採絞り機構

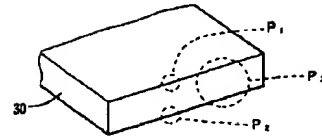
【図1】



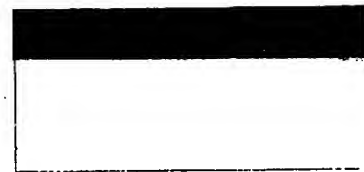
11 炭酸ガスレーザ
13 反射ミラー
15 ハーフミラー
17 筒状部材
19 出口
21 レンズホルダ
23 噴出口
25 環状ブロック
27 回転軸

12 加工ヘッド
14 He-Neレーザ
16 集光レンズ
18 ガス導入手段
20 内径調節手段
22 ガス導入管
24 ガス室
26 つまみ
28 光探検器機構

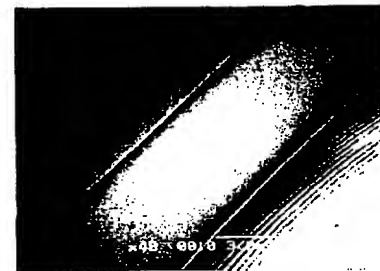
【図2】



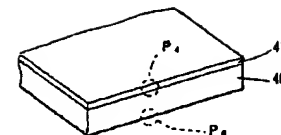
【図5】



【図6】



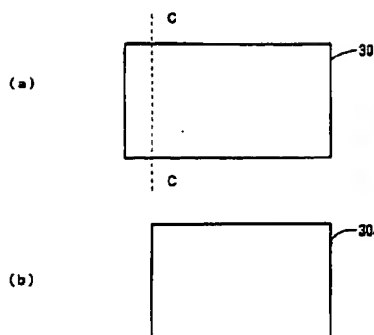
【図7】



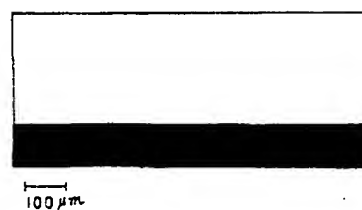
【図8】



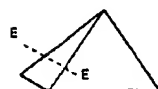
【図3】



【図4】



【図11】



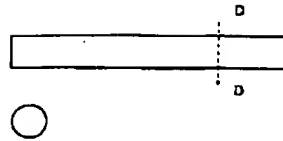
【図12】



【図9】



【図10】



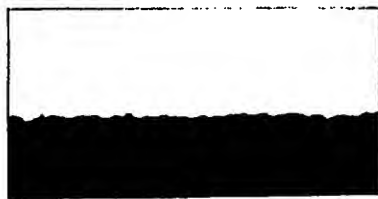
【図13】



【図16】



【図14】



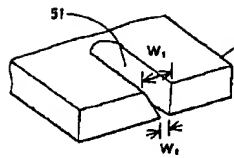
【図15】



【図19】



【図17】



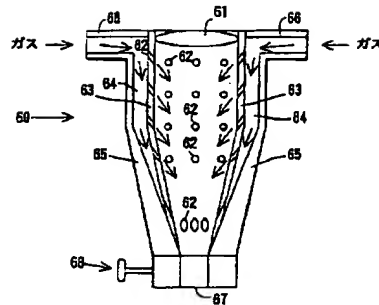
【図18】



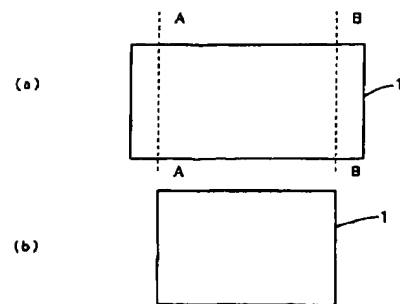
【図20】



【図21】



【図22】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.